



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МЕДИЧНИЙ ІНСТИТУТ

## **МОРФОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ**

*Збірник тез доповідей*  
**Науково-практичної конференції**  
**(Суми, 23–24 квітня 2015 року)**

Суми  
Сумський державний університет  
2015

соответственно), что свидетельствует о расширении лакун остеоцитов вследствие активизации процесса остеоцитарного лизиса.

На 28 сутки после индуцированной гипотермии у 24-месячных животных в отличие от 6-месячных были высокими морфометрические показатели, характеризующие процессы резорбции костной ткани. Количество резорбционных полостей с остеокластами на костных трабекулах превышало на 33,1 % показатель опытных 6-месячных животных. У 6-месячных крыс на данный срок исследования отмечен сдвиг процесса ремоделирования кости в сторону костеобразования, о чем свидетельствовало большее на 46 % количество резорбционных полостей, заполненных остеобластами и макрофагами.

Минеральная плотность костной ткани после индуцированной гипотермии организма у 6-месячных крыс была меньше на 8 % по сравнению с контролем, а у 24-месячных крыс – меньше на 12,3 %. Полученные данные свидетельствуют о том, что минеральный обмен костной ткани у старых животных более чувствителен к гипотермии, чем у молодых животных.

Таким образом, общая легкая гипотермия приводит к развитию деструктивных изменений в губчатой и компактной кости, характерных для остеопении. Изменения у 24-месячных крыс были более выраженными по сравнению с 6-месячными животными.

## **КІЛЬКІСНИЙ СТЕРЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ МІКРОСТРУКТУРИ КІСТКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ РАСТРОВОЇ ЕЛЕКТРОННОЇ МІКРОСКОПІЇ.**

*Пикалюк В.С.*

Кримський державний медичний університет імені С.І. Георгієвського  
м. Сімферополь.

Медицина нашого століття має характерну особливість – вона стала за своєю суттю медициною екологічних катастроф. І немає нічого дивного в тому, що скелет, будучи продуктом сполучної тканини, симбіозом кісткових, хрящових і сполучнотканинних структур, виступає важливою ланкою багатьох патологічних процесів. Виявилось, що все сімейство екзогенних факторів найрізноманітнішої етіології і інтенсивності, остеотропне за своїми проявами і механізмами впливу. Саме кісткова тканина, володіючи із-за своєї особливої об'ємної мікроструктури гігантськими іонообмінними площами, виступає в ролі “троянського коня» для організму - ендогенного депо екзоагресорів.

За пропозицією ВООЗ 2010-2020 р.р. названі “Всесвітньою декадою скелету». Захворювання опорно-рухового апарату вийшли на 4 місце у світовому переліку причин людської смертності та інвалідності, а за прогнозами в найближчі 25-40 років зрівняються з ендокринною патологією. За кількістю наукових сипозіумів, круглих столів, інтернет-конференцій, що проводиться у останні роки, остеологічна тематика випереджає кардіологічну.

Вивчення кісткової тканини здійснюється, як правило, за якісними характеристиками, хоча ще в 1842 році J. Jacobson запропонував трьохмірне бачення просторового моделювання остеогенезу. В 60-х роках в руках вчених з'явилося нове потужне знаряддя наукового пізнання – РЕМ (СЕМ). Саме вона дозволила відтворити об'ємно-просторові взаємовідносини органічного матриксу і мінерального компонента кістки, побачити структуру остеона і уявити кристалічну решітку гідроксиапатиту. В 1995 році мною в співавторстві з проф. В.М.Мельником був запропонований метод стереофотометрії для кількісного аналізу структури кістки, базуючись на основах фотометричного аналізу стереозображень, теорії і практики фотограмметричних методик, захищених двома авторськими патентами. Спосіб базується на поєднанні принципів електронної мікрофотографії та стереовимірювань, що виводить нас на новий рівень кількісної інтерпретації архітектури фрагментів неоднорідного за композицією та дисперсністю об'єкта. Розв'язання оберненої задачі комп'ютерної мікрофотографії - реконструкція внутріоб'ємної будови зразка по енергетичних спектрах відбитих електронів за алгоритмами, розробленими для стереозображень, є абсолютно оригінальною методикою. Використовуючи інформацію про структуру мікроагрегатів та часток, характер контакту між ними, їх роль в організації структури, стійкість елементів, вимірявши розміри елементів рельєфу, їх відносне розміщення, шляхом побудови цифрових моделей мікрорельєфу поверхні зразка та наступного їх аналізу даємо кількісну оцінку об'єкта. Велика глибина фокуса і висока роздільна здатність РЕМ дозволяють ефективно використовувати стереоскопічну зйомку для одержання їх об'ємного відтворення. При цьому використовуються напівтонові зображення отримані в режимі вторинної електронної емісії. Так, в результаті виконання п'ятирічної держбюджетної теми, з'явився метод морфоспектрального аналізу, який включає в себе методику стереоскопічного відтворення мікрооб'єктів за допомогою РЕМ, аналітичну фотограмметрію і прикладний спектральний аналіз. Він дозволяє визначити форму і розміри структурних елементів, їх орієнтацію в просторі, пошарове розташування, питому вагу окремих структур, їх розподіл за формою та величиною, сумарну площу, визначити пористість, коефіцієнт щільності та багато інших характеристик.

Матеріалом для досліджень та узагальнень послуговували:

- а) експериментальний матеріал: скелети білих щурів, отримані у ході спільного експерименту з інститутом зоології АН України по екзогенній інтоксикації свинцем; скелети морських свинок, норок, сірих пацюків, передані нам для вивчення науково-технічним центром міжнародних досліджень в Чорнобилі; окремі кістки скелету шимпанзе, різні типи кісток скелету щурів, що перенесли експериментальне гіпергравітаційне навантаження в діапазоні від 3 до 12 g;
- б) клінічний матеріал – ділянки кісткової тканини різних кісток скелету, що перенесли довготривалий космічний політ на біосупутниках «Космос», передані нам державним науково-дослідним інститутом космічних досліджень; отримані у ході оперативних втручань та діагностичних біопсій у 52 пацієнтів віком від 2,5 до 26 років ортопедичних відділень Волинської обласної лікарні (ортопедична патологія включала в себе більше 15 найменувань).

Цифрова фотограмметрична обробка РЕМ-зображень включала в себе наступні форми візуалізації результатів досліджень: трьохвимірну цифрову модель мікрорельєфу; ізометрична блок-діаграма моделі стереопари; карта і графік ізоліній досліджуваного зразка; графік (план локалізації) профільних розрізів резорбційних порожнин. Результати кількісного аналізу мікроструктури зразків, отриманих при стереоаналізі РЕМ-зображень по програмі СТІМАН показали, що загальна пористість губчастих кісток складає 40,43%, а сам поровий простір представлений 4 категоріями пор: а) ультрамікропори Д1 - з Д 0,1030 - 0,4591 мкм; б) тонкі мікропори Д2 - з Д 0,4591- 0,8680 мкм; в) дрібні пори Д3 - з Д 0,8680-9,4595 мкм; г) великі пори Д4 - з Д 9,4595 - 74,3715. За допомогою гістограм розподілу пор по площі оцінено вклад кожного виду пор в загальний поровий простір. Найбільш численні ультрамікропори Д1, але із-за своїх малих розмірів вони складають лише 6,7% загального порового простору; Д2 (тонкі) - 2,8%, Д3 - 37,5%, а Д4 - хоч їх найменше по кількості, але із-за великих розмірів займають 53% об'єму. Аналіз гістограм розподілу пор по фактору форми за еквівалентними діаметрами, і графіка залежності фактора форми пор від їх площі показав, що в поровому просторі превалюють подовжені ізометричні великі та дрібні мікропори. Рідше зустрічаються видовжені та щілевидні тонкі та ультрамікропори. Досліджені зразки мають ізотропну (К - 5,6%, 4,0%, 3,7%), слабоізотропну (К - 11,0%, 8,7%) і анізотропну (К - 31,4%) мікроструктуру. Остання свідчить про інтенсивність перебудови структури кісткової тканини, викликаної побічними факторами. Спостерігається також суттєва різниця в розподілі пор за фактором форми. Для кістки в ранній постнатальний період розвитку значний процент (39%) складають пори з  $F = 0,43-0,45\%$ ; для зрілої кістки цей процент сягає - 20-26%. Спостерігається різниця в розмірах пор. Максимального значення середній діаметр досягає в ембріональних зразках (0,91-1,18 мкм), в постнатальних - 0,29-0,35 мкм. Очевидно, процес формування стабільного діаметра пор не закінчується в цей період, а триває весь ростовий період, хоча, можливо, терпить кількісно-характеристичні зміни протягом усього життєвого циклу. Виявлені особливості мікроструктури кістки і, перш за все, особливості порового простору, в основному і визначають її специфічні біомеханічні властивості.

Таким чином, об'ємний кількісний стереоаналіз РЕМ-зображень виявив вікові, філо- та онтогенетичні трансформації мікроструктури кістки, стереометричних характеристик порового простору, зайнятого водою та органічним матриксом, закономірності просторових взаємовідносин мінерального, органічного та клітинного компонентів. Ендогенний чи екзогенний фактори суттєво впливають на параметри, якісно та кількісно змінюючи їх характеристики на ранніх етапах впливу, що дозволяє виявити тонкі етіопатичні механізми виникнення найрізноманітніших патологій. Ґрунтуючись на цифрових фотограмметричних характеристиках РЕМ-зображень можна виробити кількісні та якісні критерії морфологічної оцінки видових відмінностей впливу етіоантропогенів на ріст, будову, структуру, формоутворення та регенерацію скелету.